

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

**ACONDICIONAMIENTO DE LAS AGUAS DE LÍNEA PARA LA
GENERACIÓN DE VAPOR EN LA FÁBRICA CBN TARIJA**

Por:

ALEJANDRA TEJADA EYZAGUIRRE

**Modalidad, Ampliación, Optimización y/o Modernización de Plantas
Industriales Existentes, presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado
académico de Licenciatura en Ingeniería Química.**

TARIJA – BOLIVIA

V°B°

ING. ERNESTO ÁLVAREZ GOZALVEZ

DECANO (a)

ING. SILVANA PAZ RAMIREZ

VIDECANO (a)

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

ING. JOSÉ ERNESTO AUAD AGUIRRE

ING. IGNACIO VELÁSQUEZ SOSA

ING. MAYBETH BETINA OROZCO CRUZ

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad del autor.

Dedico este trabajo a mis papás: Grover y Cecilia, por su amor y sacrificio. Gracias a ustedes he aprendido lo bello que es vivir y he logrado llegar hasta donde estoy. El mejor regalo que Dios me dio, es tenerlos como padres.

Agradezco a Dios por ser mi guía, a mis padres por el apoyo y dedicación.

A mis abuelos: Julio, María, Irene y Mario, que son mis ángeles protectores.

Al Ing. José Ernesto Auad, por la paciencia y enseñanza durante la elaboración de este trabajo.

A la Ing. Elizabeth Sánchez por inculcarme el amor a mi profesión.

A la Cervecería Boliviana Nacional S.A, por permitirme desarrollar mi trabajo en sus instalaciones.

A toda la gente que con un granito de arena apoyó la realización de este trabajo.

El Amor es Luz, dado que ilumina a quien lo da y lo recibe. El Amor es gravedad, porque hace que unas personas se sientan atraídas por otras. El Amor es potencia, porque multiplica lo mejor que tenemos, y permite que la humanidad no se extinga en su ciego egoísmo. El amor revela y desvela. Por amor se vive y se muere. El Amor es Dios, y Dios es Amor.

Albert Einstein.

Resumen

El presente trabajo realiza el diseño y dimensionamiento de una planta de acondicionamiento de aguas para generación de vapor en la fábrica Cervecería Boliviana Nacional S.A Regional Tarija.

Dicho proyecto se basa en datos recopilados del agua de pozo de la empresa que muestran la calidad del agua con la que se trabaja para llevarla a parámetros demandados por la caldera para generar el vapor requerido en planta; es así que se realiza el análisis de las alternativas de ablandamiento y se diseñan los equipos necesarios, al mismo tiempo se realiza el análisis económico del proyecto para conocer la inversión necesaria y los beneficios que presentaría la misma.

| Índice | Pag. |
|------------------------------------|------|
| Advertencia..... | i |
| Dedicatoria..... | ii |
| Agradecimiento..... | iii |
| Pensamiento..... | iv |
| Resumen..... | v |
| Índice..... | vi |
| Índice de Tablas..... | x |
| Índice de Figuras y Diagramas..... | xi |
| Índice de Anexos..... | xii |
| Abreviaturas..... | xiii |
| Unidades..... | xiv |
| ANTECEDENTES..... | 1 |
| OBJETIVOS..... | 2 |
| Objetivo General..... | 2 |
| Objetivos Específicos..... | 2 |
| Justificación..... | 2 |
| Punto de vista Económico..... | 2 |
| Punto de vista Tecnológico..... | 3 |
| Punto de vista Social..... | 3 |
| Punto de vista Ambiental..... | 3 |
| CAPÍTULO I Marco Teórico..... | 4 |
| CAPÍTULO I..... | 4 |
| Marco teórico..... | 4 |

| | | |
|---------|--|----|
| 1.1 | Descripción de la CBN S.A. Planta Tarija..... | 4 |
| 1.1.1 | Antecedentes de la CBN S.A. Planta Tarija..... | 4 |
| 1.1.2 | Localización..... | 5 |
| 1.1.3 | Organización..... | 6 |
| 1.1.3.1 | Gerente de Planta..... | 8 |
| 1.1.3.2 | Jefe de Elaboración y Control de Calidad..... | 8 |
| 1.1.3.3 | Jefe de Envasado..... | 8 |
| 1.1.3.4 | Coordinador HSMA (Higiene Seguridad y Medio Ambiente)..... | 8 |
| 1.1.3.5 | Supervisor de Mantenimiento y Servicios..... | 8 |
| 1.1.3.6 | Supervisor de Bodegas..... | 8 |
| 1.1.3.7 | Jefe de Administración Tarija..... | 9 |
| 1.1.3.8 | Coordinador de RRHH (Recursos Humanos)..... | 9 |
| 1.1.3.9 | Jefe de Ventas Tarija..... | 9 |
| 1.1.4 | Descripción de las Áreas o Secciones de la Industria..... | 9 |
| 1.1.4.1 | Elaboración..... | 9 |
| 1.1.4.2 | Envasado..... | 10 |
| 1.1.4.3 | Logística..... | 10 |
| 1.1.4.4 | Calidad..... | 10 |
| 1.1.4.5 | People..... | 10 |
| 1.1.4.6 | Ventas..... | 11 |
| 1.1.4.7 | Mantenimiento y Servicios..... | 11 |
| 1.1.4.8 | Higiene, Seguridad y Medio Ambiente (HSMA)..... | 11 |
| 1.2 | Descripción del Proceso..... | 12 |
| 1.2.1 | Recepción y Almacenamiento de Materias Primas..... | 15 |

| | | |
|---------|---|----|
| 1.2.1.1 | Malta..... | 15 |
| 1.2.1.2 | Sémola de Maíz e Insumos..... | 15 |
| 1.2.2 | Molienda..... | 15 |
| 1.2.3 | Maceración..... | 16 |
| 1.2.4 | Filtración del Mosto..... | 17 |
| 1.2.5 | Cocción del Mosto..... | 18 |
| 1.2.6 | Fermentación..... | 19 |
| 1.2.7 | Maduración..... | 20 |
| 1.2.8 | Filtración..... | 20 |
| 1.2.9 | Embotellado..... | 21 |
| 1.2.10 | Pasteurizado..... | 22 |
| 1.2.11 | Almacenamiento..... | 22 |
| 1.3 | Servicios Auxiliares..... | 22 |
| 1.3.1 | Sistema de Agua..... | 22 |
| 1.3.2 | Sistema de Generación de Energía Eléctrica..... | 23 |
| 1.3.3 | Sistema de Refrigeración..... | 23 |
| 1.3.4 | Sistema de Aire Comprimido..... | 23 |
| 1.3.5 | Sistema de Dióxido de Carbono..... | 23 |
| 1.3.6 | Sistema de Generación de Vapor..... | 23 |
| 1.4 | Manejo de Materiales..... | 24 |
| 1.4.1 | Cereales..... | 25 |
| 1.4.2 | Lúpulo..... | 25 |
| 1.4.3 | Agentes Químicos..... | 25 |
| 1.5 | Planta de Tratamiento de Efluentes..... | 25 |

| | | |
|---|--|----|
| 1.5.1 | Bombeo y Pre tratamiento..... | 26 |
| 1.5.2 | Ecualizador y Secuestrante..... | 26 |
| 1.5.3 | Acondicionamiento..... | 26 |
| 1.5.4 | Tratamiento Biológico..... | 27 |
| 1.5.5 | Tratamiento de Lodos..... | 28 |
| CAPÍTULO II Concepción y Definición del Problema..... | | 29 |
| CAPÍTULO II Concepción y Definición del Problema..... | | 29 |
| 2.1 | Definición del Problema..... | 29 |
| 2.2 | Descripción de alternativas técnicas de solución | 35 |
| | Ósmosis inversa..... | 35 |
| | Zeolitas de intercambio iónico..... | 36 |
| 2.3 | Selección de alternativas del proceso..... | 37 |
| 2.5 | Selección de los equipos..... | 40 |
| CAPÍTULO III Desarrollo e Ingeniería del Proceso..... | | 42 |
| 3.1 | Diagrama de flujo del proceso..... | 42 |
| 3.2 | Localización de los equipos..... | 46 |
| 3.3 | Balance de Materia y Energía..... | 48 |
| 3.3.1 | Balance para el Ablandador..... | 48 |
| 3.3.2 | Balance para la Regeneración..... | 51 |
| 3.4 | Diseño y dimensionamiento de los equipos necesarios..... | 53 |
| 3.4.1 | Diseño del Ablandador..... | 53 |
| 3.4.2 | Diseño del Tanque de Sal de Regeneración..... | 57 |
| 3.4.3 | Diseño del Agitador..... | 58 |
| 3.4.4 | Diseño del sistema de dosificación de salmuera..... | 61 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3.4.5 | Diseño del Tanque Pulmón de Agua Tratada..... | 61 |
| 3.5 | Especificación de los equipos necesarios..... | 62 |
| 3.5.1 | Ablandador..... | 63 |
| 3.5.2 | Tanque de Salmuera..... | 64 |
| 3.5.3 | Agitador..... | 64 |
| 3.5.4 | Tanque Pulmón de Agua Tratada..... | 64 |
| | CAPÍTULO IV Análisis Económico..... | 65 |
| | CAPÍTULO IV..... | 65 |
| | Análisis Económico..... | 65 |
| 4.1 | Realización del estudio de costos para la instalación de la planta seleccionada..... | 65 |
| | CAPÍTULO V Conclusiones y Recomendaciones..... | 73 |
| 5.1 | Conclusiones..... | 73 |
| 5.2 | Recomendaciones..... | 74 |
| | Bibliografía..... | 75 |

| Índice de Tablas | Pág. |
|--|-------------|
| Tabla II-1. Parámetros Fisicoquímicos del agua a la entrada de la caldera..... | 30 |
| Tabla II-2. Datos del Agua en CBN S.A. Tarija..... | 32 |
| Tabla II-3. Selección del método de ablandamiento..... | 38 |
| Tabla III-1. Descripción de los Equipos Existentes en el Diagrama..... | 44 |
| Tabla III-2. Descripción de las Corrientes Existentes en el Diagrama..... | 45 |
| Tabla III-3. Matriz de Decisión para Localización..... | 47 |
| Tabla III-4. Características de los Equipos Necesarios..... | 63 |
| Tabla IV-1. Costos de los Equipos Necesarios..... | 65 |
| Tabla IV-2. Costos de Montaje..... | 66 |
| Tabla IV-3. Costos de Mantenimiento Actual de las Calderas..... | 66 |
| Tabla IV-4. Costos de Mantenimiento Estimado de las Calderas..... | 67 |
| Tabla IV-5. Costo de Mantenimiento Estimado de las Calderas Después de 10 años de instalada la planta..... | 69 |
| Tabla IV-6. Beneficios de la Instalación de la Planta de Acondicionamiento..... | 69 |
| Tabla IV-7. Beneficios de Instalación de la Planta de Acondicionamiento Después de 10 Años de la Instalación..... | 70 |

Índice de Figuras y Diagramas **Pág.**

Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1-1. Localización CBN S.A. Tarija..... | 6 |
| Figura 1-2. Organigrama CBN S.A. Tarija..... | 7 |
| Figura 2-1. Análisis de Resultados de la Dureza Cálctica en el Agua de CBN S.A Tarija..... | 33 |
| Figura 2-2. Análisis de Resultados de la Dureza Total en el Agua de CBN S.A Tarija..... | 34 |
| Figura 3-1. Posibles Localizaciones para Ejecución del Proyecto..... | 46 |
| Figura 3-2. Balance para el Ablandador..... | 48 |
| Figura 3-3. Balance para la Regeneración..... | 51 |

Diagramas

| | |
|--|----|
| Diagrama 1-1. Diagrama de Bloques CBN S.A. Tarija..... | 14 |
| Diagrama III-1. Diagrama de Flujo del Proceso..... | 43 |

| Índice de Anexos | Pág. |
|---|-------------|
| ANEXO 1 Diagrama de Mollier..... | 77 |
| ANEXO 2 Especificaciones de la resina..... | 78 |
| ANEXO 3 Material de Apoyo del Diseño del Agitador..... | 82 |
| ANEXO 4 Cotización de los Equipos para la Planta de Acondicionamiento..... | 84 |
| ANEXO 5 Cotización de Solicitud de Préstamo..... | 90 |

Abreviaturas

CBN. Cervecería boliviana Nacional

CODETAR. Corporación Regional de Desarrollo de Tarija

CERBAUT. Cervecería Bavaria Unión Tarija.

AB InBev. Anheuser – Busch InBev

HSMA. Higiene, Seguridad y Medio Ambiente

RRHH. Recursos Humanos

VPO. Voyager Plant Optimization

Trub. Levadura sedimentada después del proceso de fermentación.

Packaging. Empaquetado.

IR. Insumo Retenido.

Unidades

cc.: Centímetros cúbicos

°C: Grado centígrado

bar: Bar de presión

ppm.: Partes por millón

mg/L: Miligramos por litro

L: Litro

kg/cm²: Kilogramo por centímetro cuadrado

%: Porcentaje

UNT: Unidades nefelométricas de turbidez

kg/h: Kilogramos por hora

g/mol: Gramos por mol

m³/día: Metro cúbico por día

g: Gramos

kg: Kilogramos

kg/m³: Kilogramos por metro cúbico

m³: Metro cúbico

Pa·s: Pascal por segundo

1/s: Revoluciones por segundo

RPM: Revoluciones por minuto

RPS: Revoluciones por segundo

kW: Kilowatts

m: Metro

cm: Centímetro